

# COMANDOS ELÉTRICOS

## MÓDULO III



# *SUMÁRIO*

<b>CHAVES DE PARTIDA</b>	<b>04</b>
Chave de Partida Direta	04
Chave de Partida Compensadora	09
Chave de Partida Estrela Triângulo	13
<b>DIAGRAMA DE COMANDOS ELÉTRICOS</b>	<b>15</b>
<b>LEGISLAÇÃO</b>	<b>27</b>

# *CHAVES DE PARTIDA*

São comandos elétricos utilizados para partidas e proteção de motores elétricos. Elas podem ser utilizadas em motores trifásicos ou monofásicos.

## CHAVE DE PARTIDA DIRETA



São soluções para acionamento de motores elétricos monofásicos e trifásicos, elas permitem aos usuários manobras de acionamento on/off proporcionando proteção ao circuito e motor.

Essas chaves são montadas em caixas termoplásticas ou metálicas, possuindo um alto grau de proteção, e fabricada de forma bem compacta para fácil instalação em máquinas, equipamentos e instalações elétricas industriais.

Seu funcionamento ocorre através de dispositivos elétricos que podem contar com: disjuntores, fusíveis, contadores de potência e relés termo-magnéticos de proteção. Esse circuito é interligado eletricamente e conta com um circuito de comando básico para acionamento e proteção.

Essas chaves realizam um acionamento através de partida direta, principalmente em motores trifásicos, assim, um motor quando acionado por uma chave de partida direta gera picos de corrente, que pode chegar a cerca de 13X mais que a corrente de trabalho.

Este efeito é denominado de pico de corrente de partida, este fenômeno acontece devido ao esforço do rotor, pois no momento da partida o mesmo exige muita energia induzida, o estator absorve a mesma demanda de energia da rede, isso ocorre até que o rotor consiga romper a inercia de partida.



Essa energia da rede é consumida em corrente induzida no rotor que busca chegar à velocidade síncrona do campo magnético girante.

As bruscas oscilações de corrente geradas nas partidas dos motores podem gerar surtos na rede de alimentação, causando muitas vezes queda de tensão, prejudicando outros equipamentos e instalações físicas como cabos elétricos e componentes do circuito.

A potência das chaves de partidas diretas está limitada a motores de menor potência, até 10CV, normalmente se limita a motores que não possuem um alto conjugado de partida, também não exigem elevado torque dos motores.

Utilizamos as chaves principalmente em indústrias, residenciais e áreas rurais para acionamento de pequenos motores, sistemas de irrigação e bombeamento, máquinas e equipamentos, ventiladores e exaustores, piscinas e pequenos moto vibradores.



## Tipos chaves de partida

Os principais tipos de acionamento através de chaves de partida são:

- Partida direta trifásica e monofásica: Consiste em uma simples partida direta que dispõe de um relé térmico para proteção do circuito.
- Partida direta trifásica com fusível: Dispõe de três fusíveis NH e um relé térmico para proteção do circuito e moto;
- Partida direta trifásica e monofásica motobombas: Consiste em uma simples partida direta que dispõe de um relé térmico para proteção do circuito, foi projetada especificamente para utilização em motobombas, possuindo um controle de nível dentro do seu circuito de comando;
- Partida direta trifásica com comutação manual para 2 motores: Possui uma simples partida direta para motores trifásicos, dispõe de um relé térmico para proteção do circuito, porém podem acionar dois motores de forma individual.

- Partida direta trifásica com proteção contra falta de fase: Essa chave de partida trifásica dispõe de um relé térmico para proteção do circuito e também conta com um relé para detecção de falta de fase que monitora a rede, protegendo o circuito e evitando queimas do motor por falta de fase.
- Partida reversora trifásica: Essa chave de partida trifásica dispõe de dois contatores, que são acionados individualmente, para realizar a inversão das fases e assim possibilitar a partida sentido anti-horário e horário.
- Partida direta com disjuntor-motor: Este tipo de chave de partida trifásica dispõe de disjuntor motor para proteção contra sobrecargas e curto circuito.

As aplicações das chaves de partida diretas são amplas, porém limitadas pelos efeitos da corrente de partida, característica deste tipo de acionamento, desta forma a potência do motor a ser acionado está limitada a pequenos motores de potência máxima a 10CV (consumidores rede secundária).

# CHAVE DE PARTIDA COMPENSADORA

Ao acionar a partida do motor elétrico, a corrente elétrica pode alcançar valores de até dez vezes maiores do que a corrente nominal do motor elétrico, o que chamamos de “corrente de pico”.

Para resolver este problema, existem formas alternativas de partir o motor elétrico, como a partida estrela-triângulo, a partida eletrônica (usando um soft starter) e a partida com chave compensadora.

Na partida com chave compensadora é utilizado um autotransformador para fornecer uma tensão reduzida nas bobinas do motor. A primeira Lei de Ohm, defini que ao diminuir o valor de tensão em um circuito, o valor de corrente também será diminuído.

Na partida com chave compensadora são utilizados dois contatores a mais do que seria utilizado em uma partida direta.

O segundo contator liga as fases da rede nos terminais do autotransformador, eles são chamados de TAPs, e cada conjunto de três TAPs indica uma porcentagem de tensão que será entregue ao motor.



O terceiro contator liga as fases que saem do auto transformador ao motor. Quando o operador do circuito aperta o botão para colocar o circuito em funcionamento, a bobina do segundo e do terceiro contator são energizadas.

O motor parte com a tensão reduzida, que sai do autotransformador, o relé temporizador começa a contar e quando chega no tempo pré-determinado, este temporizador desativa o segundo e o terceiro contator, ativando o primeiro que faz com que o motor receba a tensão da rede, como em uma partida direta.

O tempo que o relé temporizador leva para desativar os dois contatores é justamente o tempo que o motor leva para alcançar a sua velocidade nominal.

## Vantagens da partida compensadora:

- Compatível com qualquer motor trifásico;
- Utiliza somente três fios do motor:
- O motor permanece energizado em todo o momento:
- Redução na corrente de partida;
- A partida do motor pode ser com carga.

## Desvantagens da partida compensadora:

- Custo mais caro devido à utilização do auto transformador;
- Ocupa um espaço maior devido à utilização do auto transformador;
- Baixo número de partidas devido à utilização do auto transformador.

# Partida Compensadora com Reversão

Algumas situações existe a necessidade de utilizar a partida compensadora é acompanhada pela necessidade de inverter o sentido de rotação do motor elétrico.

Para isso, é utilizada a chave compensadora com reversão. A reversão do sentido de rotação do motor na partida compensadora é utilizado mais dois contatores.

Um contator inverte a posição das fases para que o sentido de rotação do motor seja invertido e o outro faz o fechamento dos terminais do auto transformador. Ela necessita do uso de um temporizador para seu funcionamento.

# CHAVE DE PARTIDA ESTRELA TRIÂNGULO

Realiza a partida de motores trifásico com fechamento estrela e logo após alguns segundos ao ser acionado, o sistema irá mudar para o fechamento triângulo. O objetivo dessa partida é reduzir o valor da corrente de pico no instante da partida dos motores trifásicos.

Esse fechamento é fundamental que o motor utilizado possua no mínimo seis terminais de conexão em sua caixa de ligação, pois o fechamento das bobinas será realizado com o auxílio dos contatores.

A ligação estrela não é presente apenas nos motores elétricos trifásicos, mas também em transformadores de alta tensão que é de onde surge o fioneutro.

Essa partida não é diferente da partida indireta, pois possui o intuito de reduzir o valor da corrente de pico no momento da partida do motor, isso faz a partida ser o mais suave possível, sendo viável para a maioria das aplicações.

É executada em duas etapas, pois o motor está apto a receber até dois níveis de tensão, que normalmente são 220V e 380V.

Este tipo de ligação permite que o motor receba máxima tensão de alimentação para a qual foi projetado, em um motor que possui a tensão de alimentação 220/380V este fechamento em estrela permite que ele receba uma tensão no valor de 380V.



# DIAGRAMA DE COMANDOS ELÉTRICOS

A padronização dos projetos que envolvem comandos elétricos é imprescindível para o trabalho em elétrica. Existe dois tipos de diagramas, o diagrama multifilar e o diagrama unifilar.

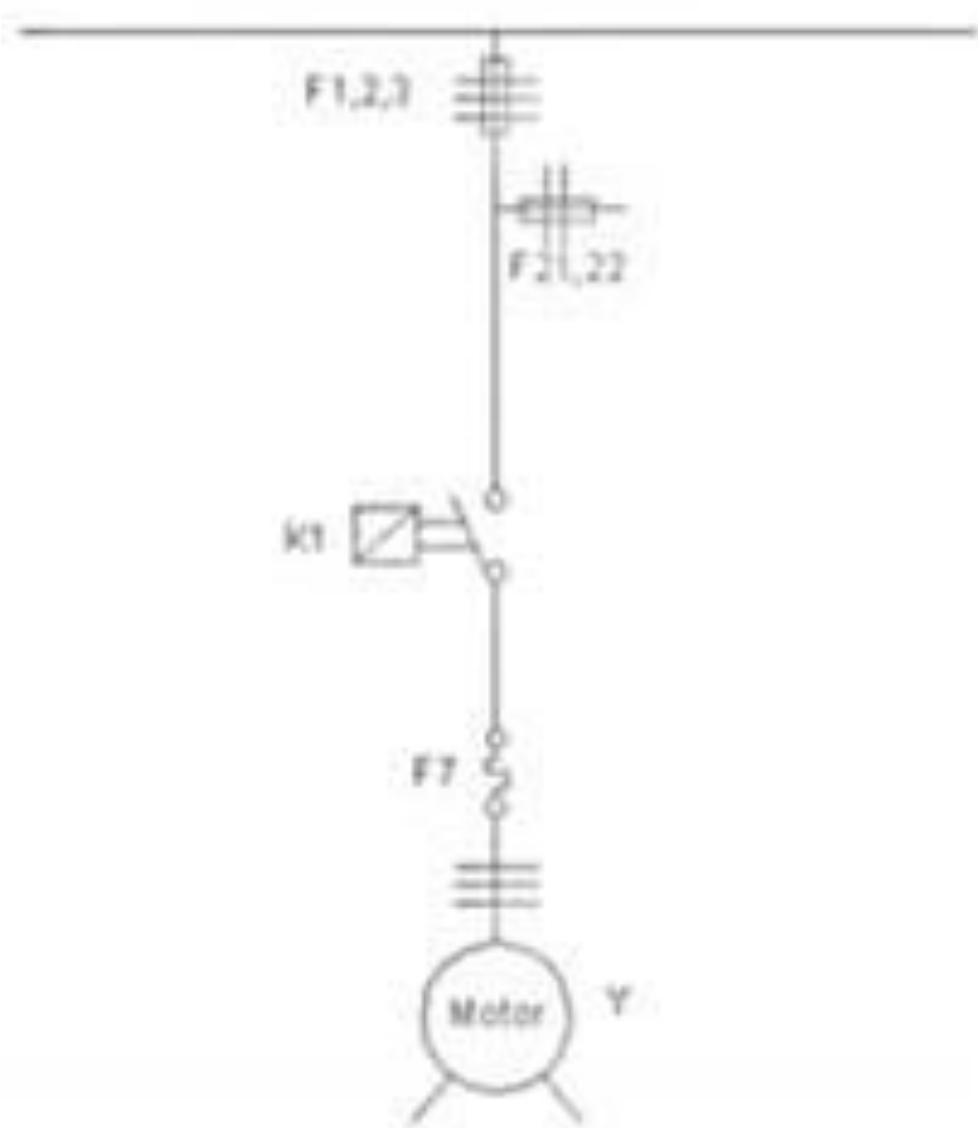


Diagrama Unifilar

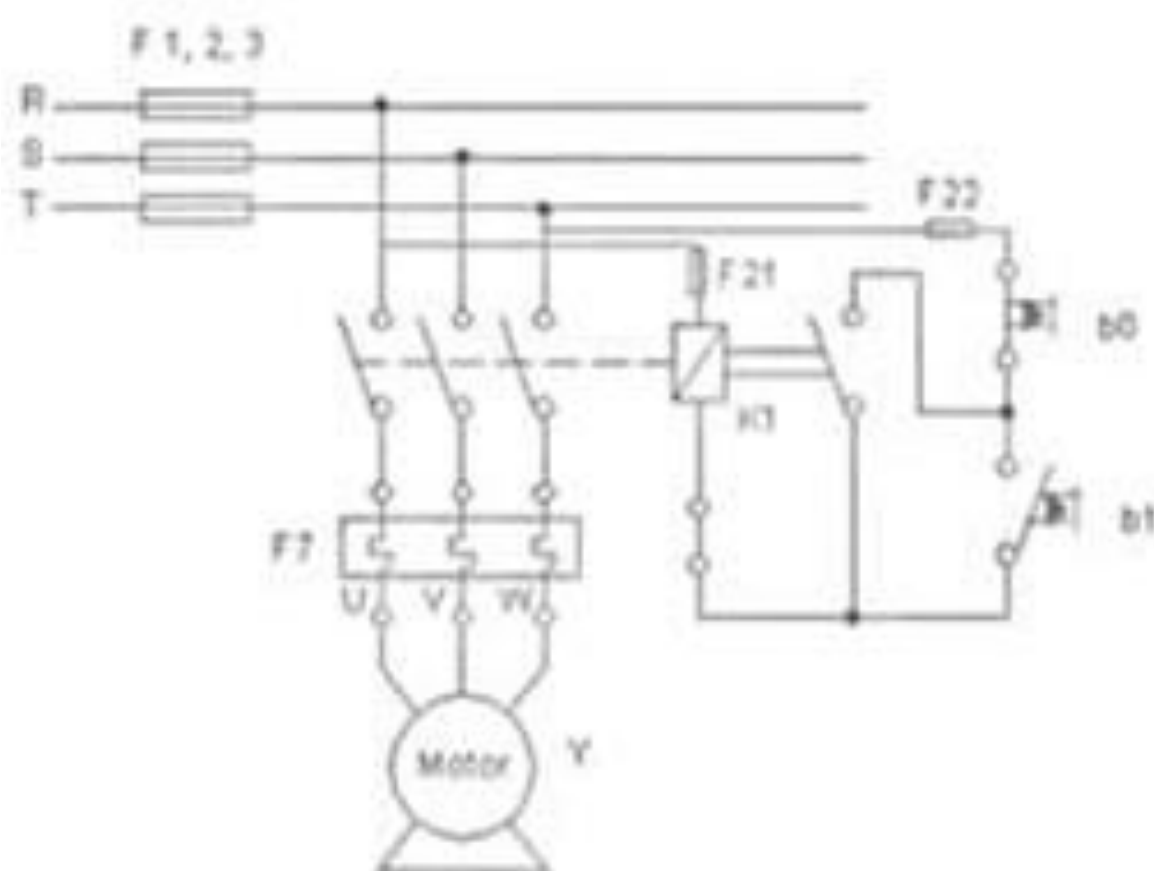


Diagrama Multifilar

A padronização dos projetos que envolvem comandos elétricos é imprescindível para o trabalho em elétrica. Existe dois tipos de diagramas, o diagrama multifilar e o diagrama unifilar.

O diagrama multifilar é mais detalhado, mostrando todos os condutores que compõem o circuito, deixando o diagrama muito carregado de informação caso o projeto seja complexo.

O diagrama unifilar, simplifica a representação, já que num único fio é possível a identificar todos os condutores envolvidos em determinada ligação.

Existe uma convenção para nomear cada componente do diagrama, segundo a NBR 5280. Segue abaixo:

F → Dispositivo de Proteção

H → Dispositivo de Sinalização

K → Contadores

M → Motores

Q → Dispositivos de Manobra para Circuitos de Potência

S → Dispositivos de Manobra, Seletores Auxiliares

1, 3 e 5 → Entrada do Circuito (linha)

2, 4 e 6 → Circuito de Saída (terminal)

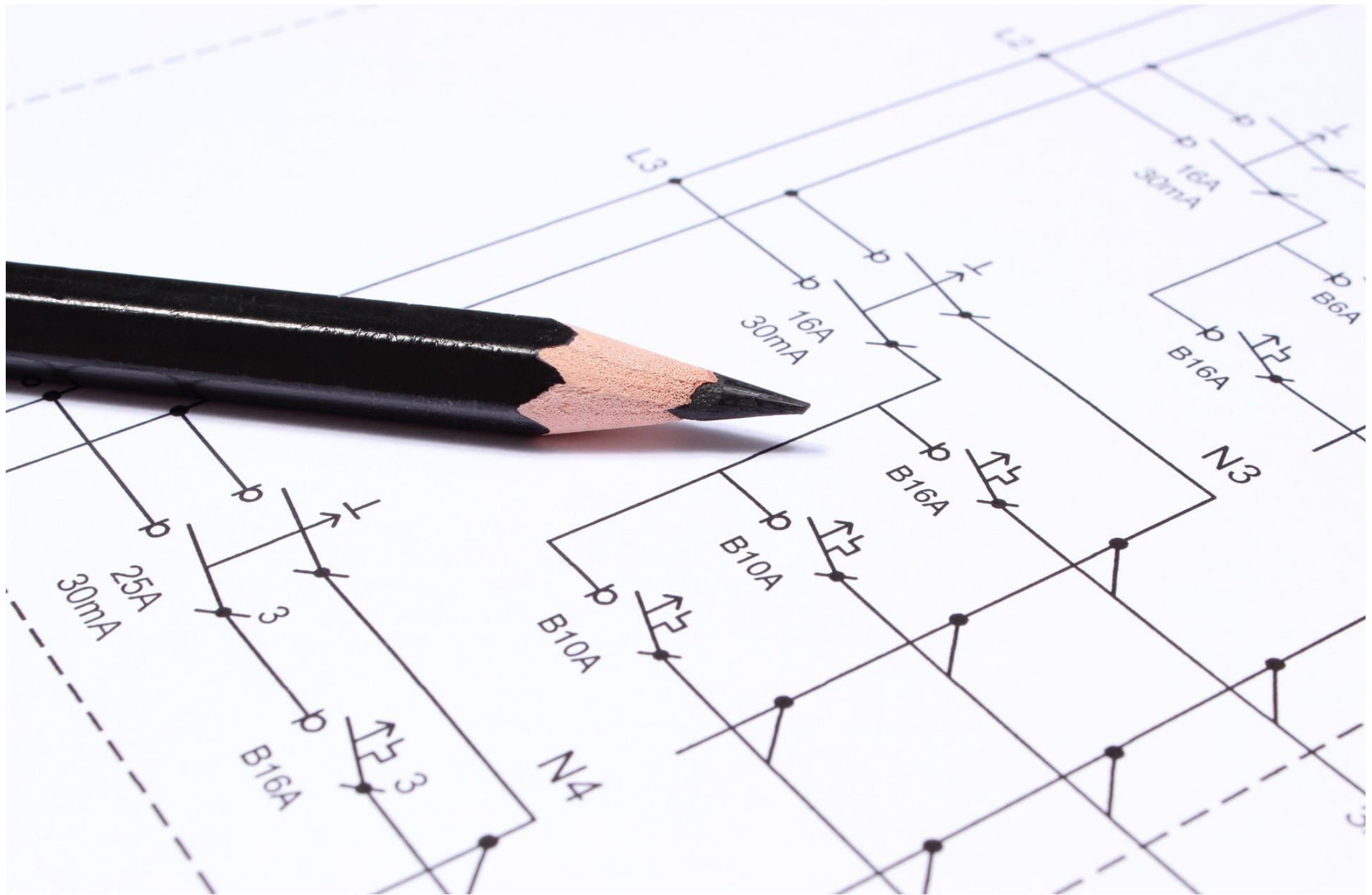
1 e 2 → Entrada e Saída do Contato Normalmente Fechado- NF (Auxiliares)

3 e 4 → Entrada e Saída do Contato Normalmente Aberto- NA (Auxiliares)

A1 e A2 → Relés e Contatores (Terminais da Bobina)

Os contatos auxiliares de um contator seguem um tipo especial de numeração, onde o número é composto por dois dígitos:

- Primeiro dígito: indica o número do contato;
- Segundo dígito: indica se o contato é do tipo NF (1 e 2) ou NA (3 e 4).



A elaboração de diagramas elétricos não é uma tarefa fácil, por isso é necessário conhecimento para que você entenda e diferencie os tipos de diagramas elétricos existentes, que são basicamente quatro tipos, sendo o multifilar, funcional, unifilar e trifilar.

Para começar o projeto reúna o máximo de informações possível: tipos de cargas ou motores a serem usados, qual a finalidade do circuito elétrico, tensão de rede fornecida, o que o cliente exige no circuito, tudo com o máximo de detalhes e tipos de materiais a serem usados.

Diagramas que se referem a comandos elétricos são necessários dois tipos: para as cargas e o outro para comandos.

Diagrama de cargas: Como o próprio nome já diz o diagrama de cargas é responsável por conter todas as ligações e informações referentes às cargas, que geralmente são os motores.

As informações que deverão ser contidas nesse diagrama são indicações dos barramentos de alimentação, nível de tensão, capacidade de corrente dos barramentos, informações sobre os tipos de componentes de proteção, contadores, informações sobre características das cargas e legenda com informações carimbo da empresa.

Diagrama de comandos: Os diagramas de comando, são responsáveis por conter informações dos equipamentos de acionamento das cargas e/ou motores, como: temporização, acionamento por contadores, informações sobre proteção, botoeiras, sinalizadores, fonte de energia, contatos, se serão fechados ou aberto, temporizadores, CLP, soft starter, inversores de frequência, relés de proteção, bornes de entrada e saída.

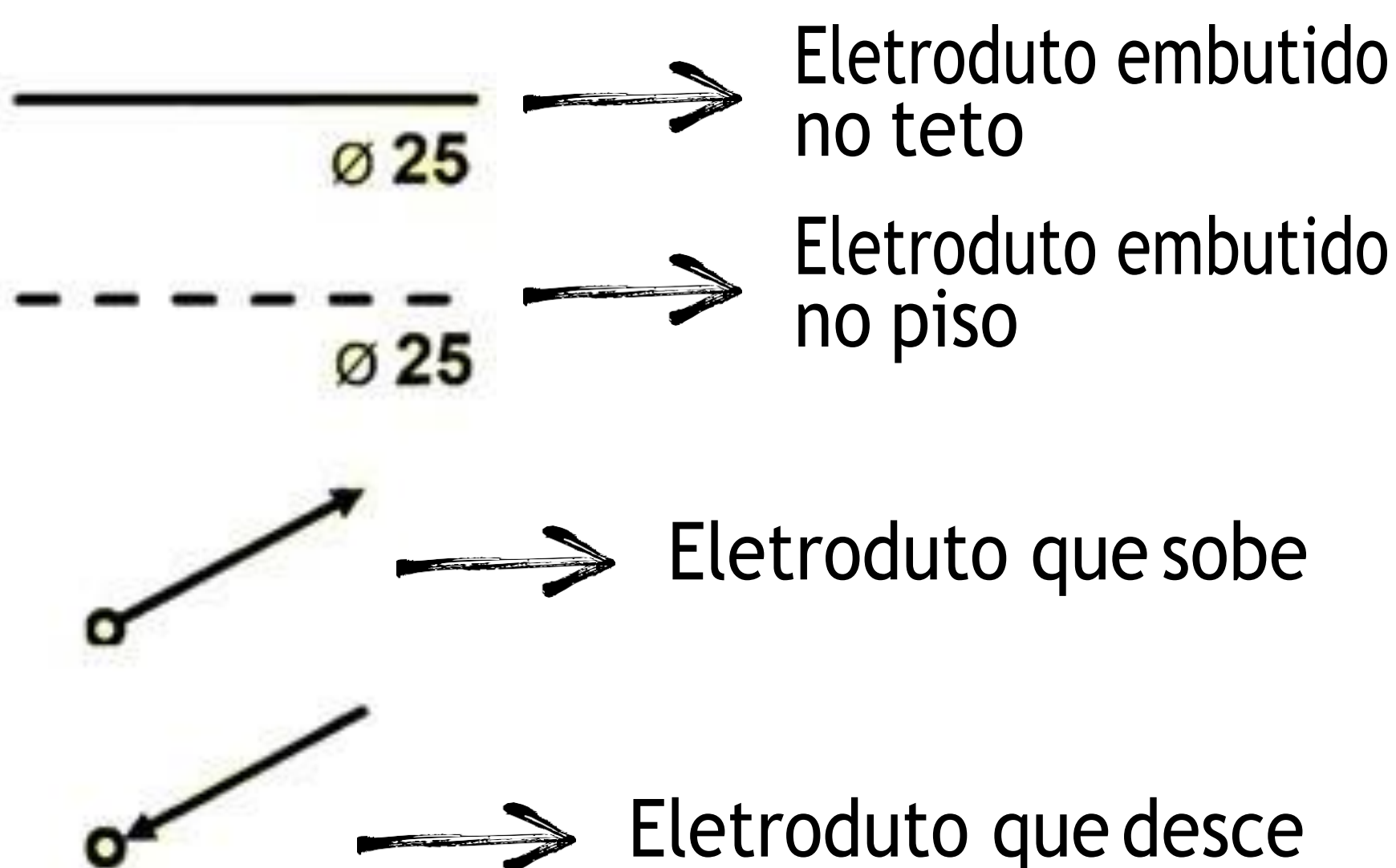


# Principais Símbolos Encontrados em Diagramas Elétricos

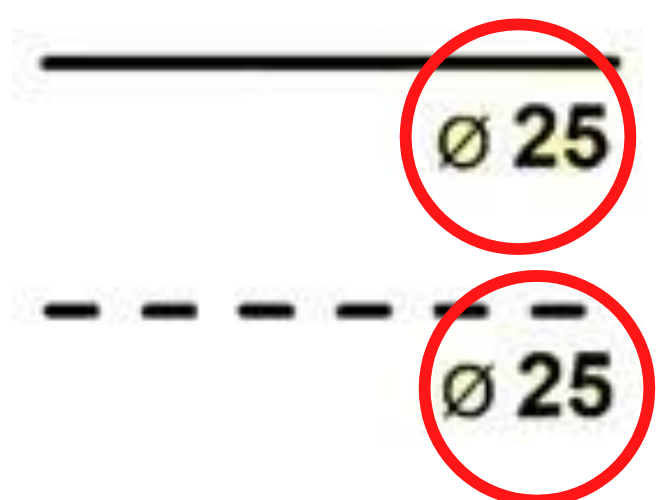
Os diagramas elétricos são um conjunto de símbolos gráficos, que são capazes de representar uma instalação elétrica ou parte de uma da instalação, garantindo uma linguagem comum a qualquer profissional em qualquer parte do mundo.

Os principais símbolos encontrados em diagramas elétricos são:

**Eletrodutos:** São responsáveis por comportar os condutores elétricos pelas paredes e teto da edificação, eles são essenciais em uma instalação elétrica, embora não necessitem de eletricidade.



O diâmetro dos eletrodutos pode ser expressado tanto em milímetro quanto em polegadas.

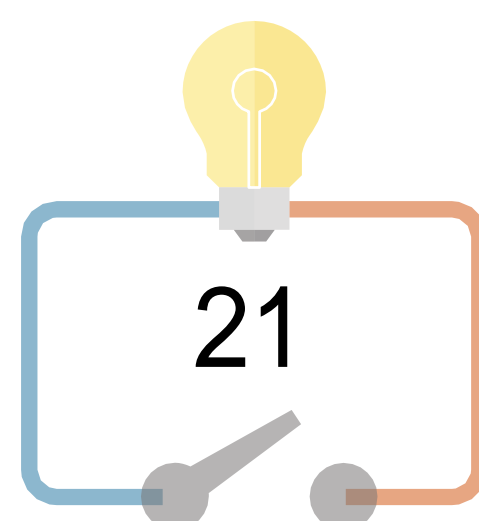
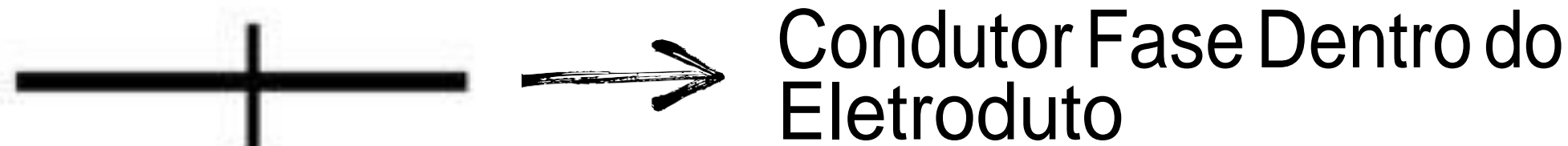


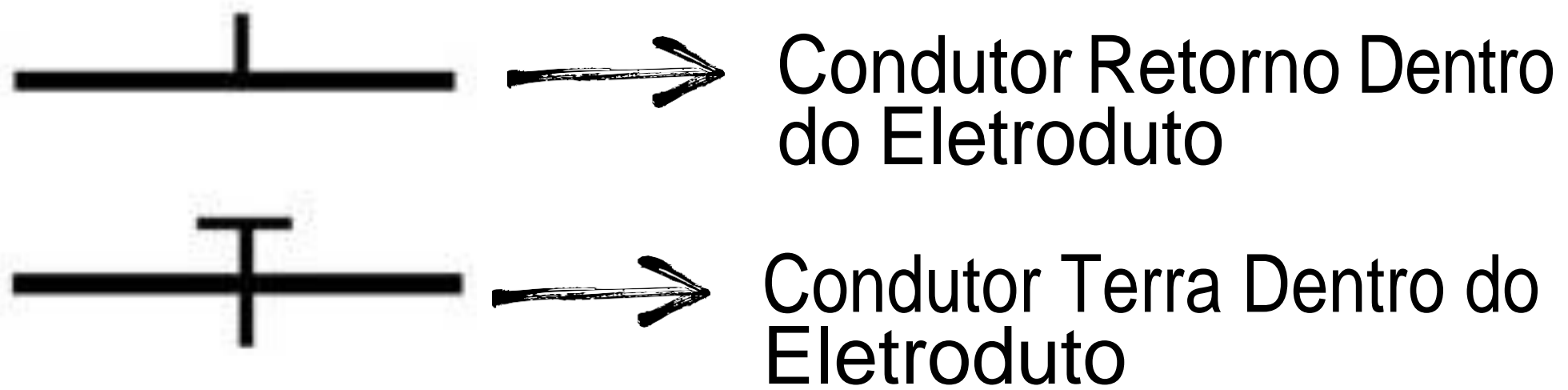
## Condutores

São utilizados para interligarmos os componentes e dispositivos elétricos. São responsáveis por conduzir a energia elétrica.

Os condutores devem ser representados devidamente nos diagramas, para sabermos corretamente a quantidade de cabos que será passado pelo eletroduto.

Existe representação para todos os tipos de condutores, como: fase, neutro, terra, positivo, negativo e todos os tipos de retorno.

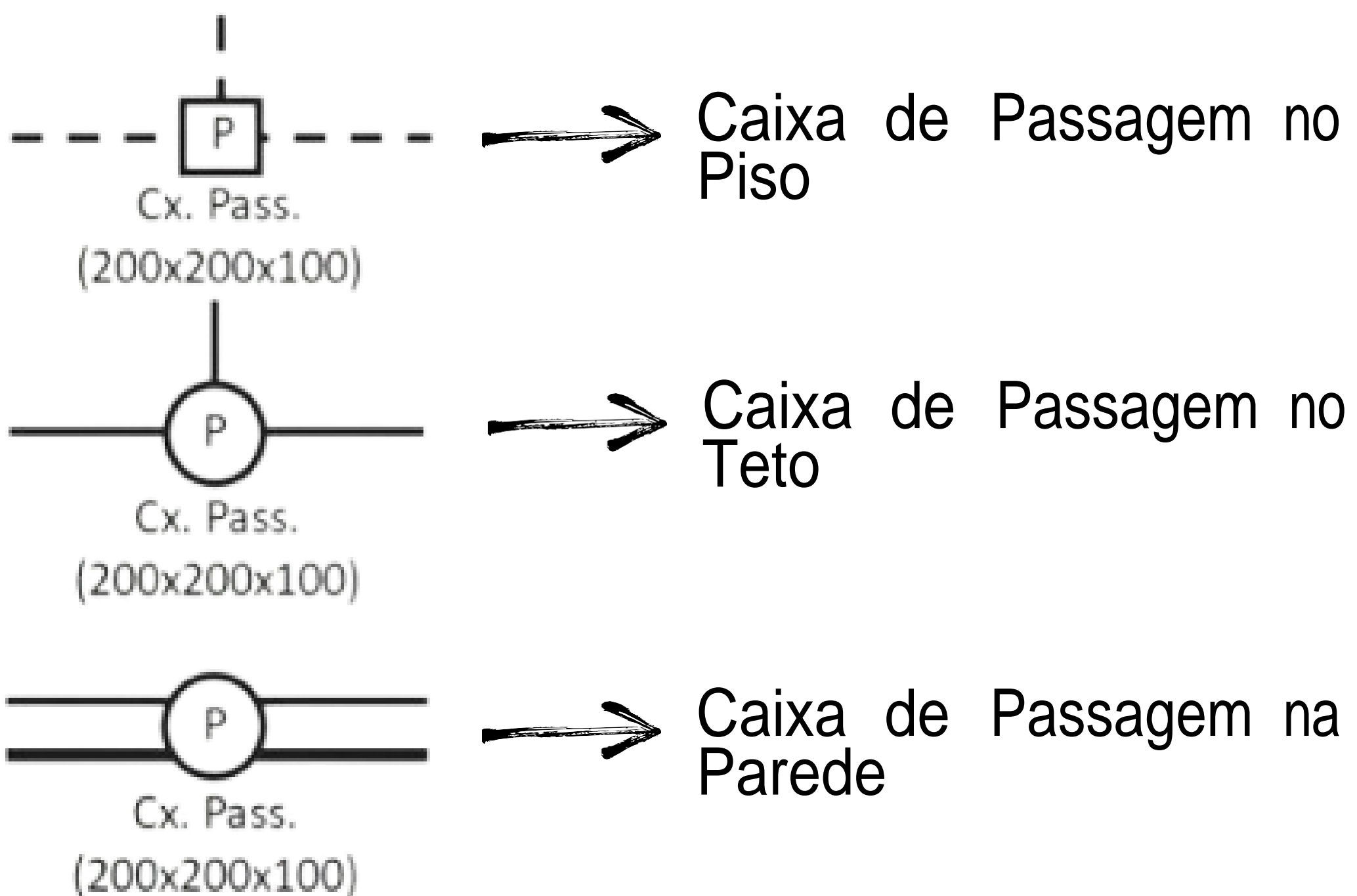




## Caixas de Passagem

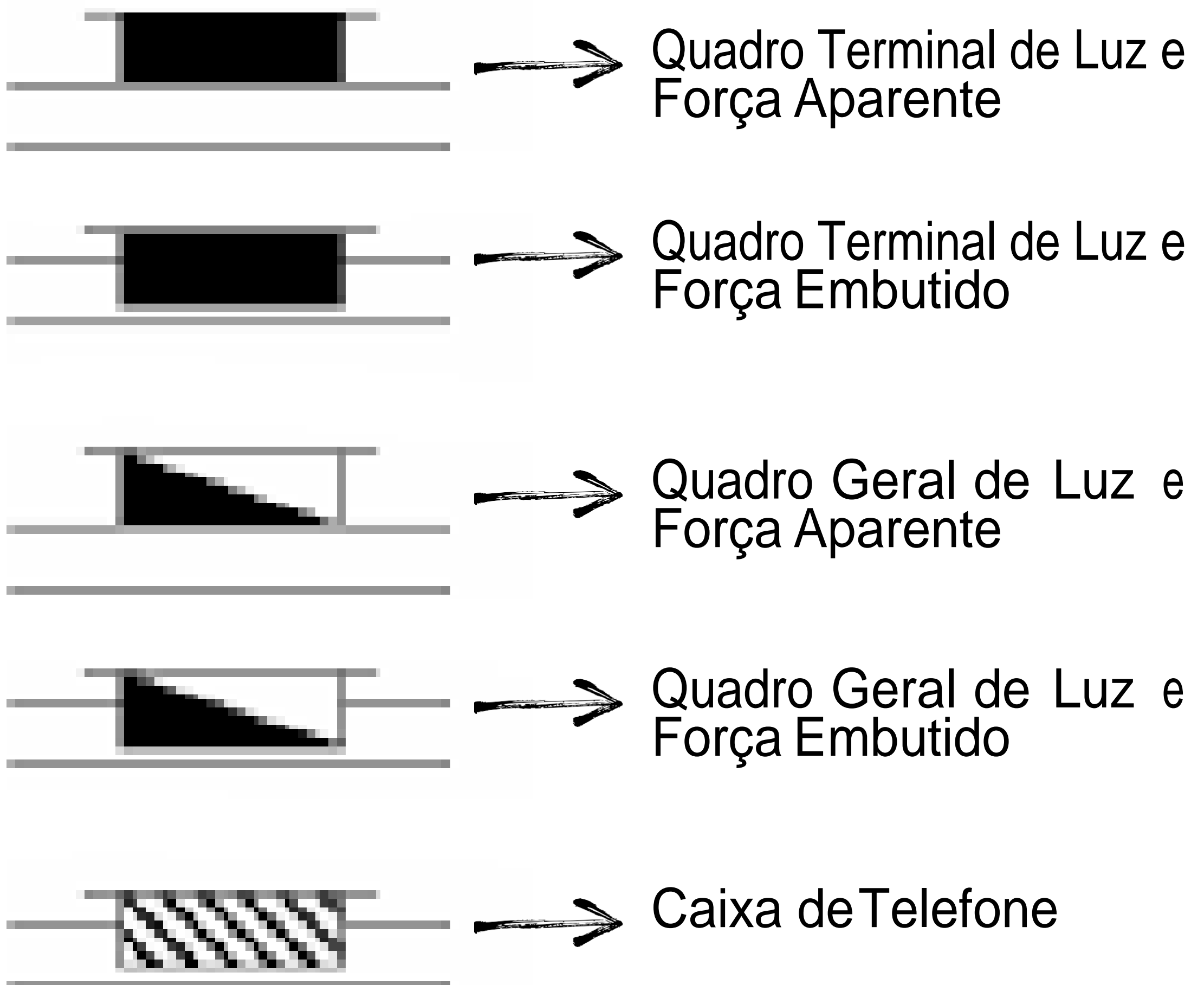
São usadas para facilitar a passagem de cabos por longas distâncias, ou locais que contém muitas curvas, que acaba dificultando a passagem destes cabos.

As caixas de passagem são como pontos de derivação para os eletrodutos. A simbologia das caixas passagem contém a letra "P", sendo usadas apenas para derivação, não possuindo nenhuma tomada ou interruptor.



# Quadro de Distribuição

É o centro de toda instalação elétrica, uma das partes mais importantes, ele recebe os condutores do medidor e realiza a divisão dos circuitos, além de ser no quadro de distribuição o local onde se encontra grande parte dos dispositivos de proteção de uma instalação.



# Interruptores

São dispositivos de comandos, usados para ligar e desligar um determinado circuito, principalmente pontos de iluminação, além de campainhas.



→ Interruptor de uma Seção



→ Interruptor de Duas Seções

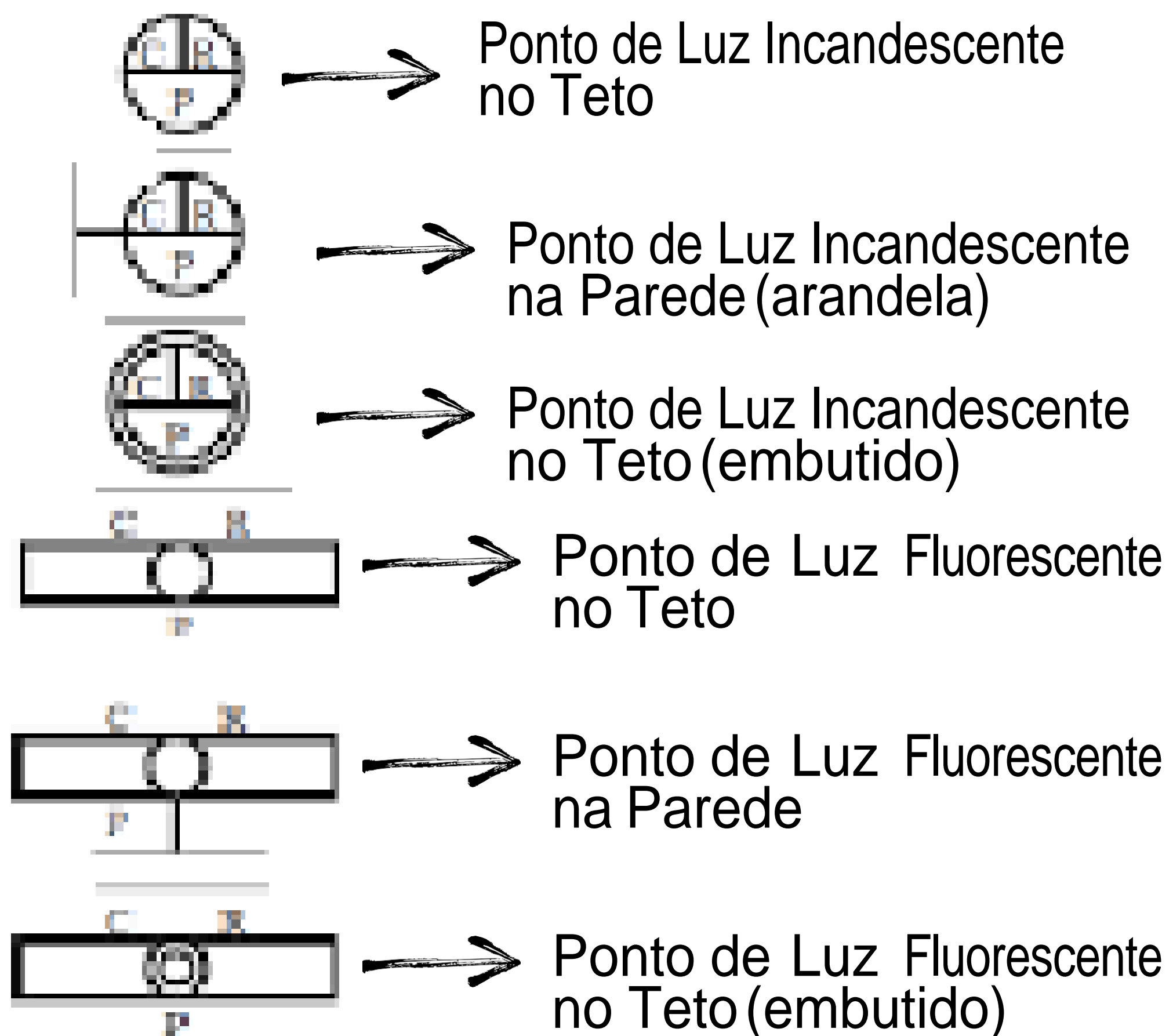


→ Interruptor de Três Seções



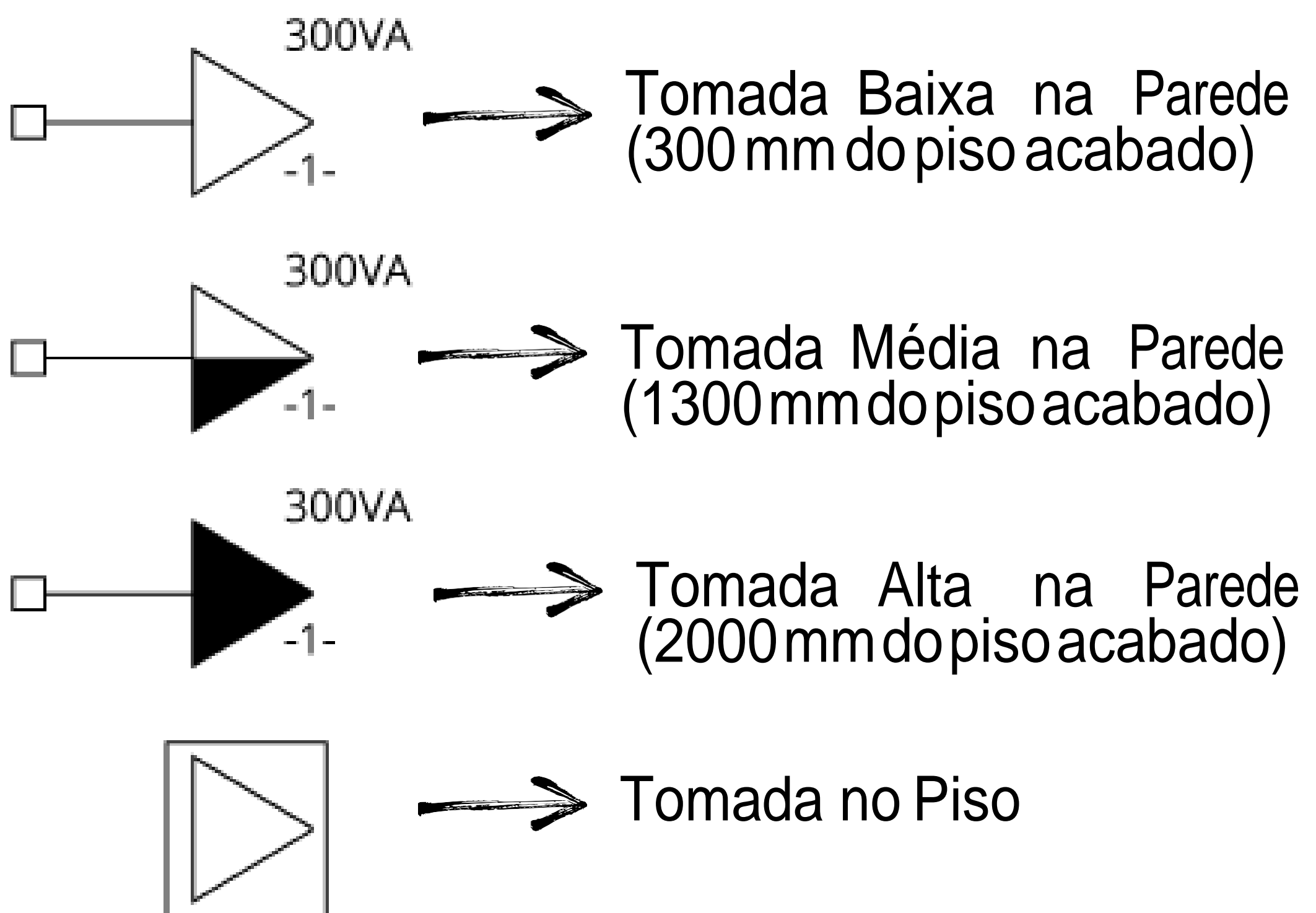
# Luminárias

São componentes responsáveis de comportar as lâmpadas, na simbologia das luminárias contém diversas informações, como o circuito que a luminária pertence, potência e quantidade de lâmpadas.



# Tomadas

As tomadas elétricas são ponto de conexão capazes de fornecer energia elétrica, existem diversos tipos de tomadas, com padrões distintos, porém este fator não é relevante em projeto elétrico. No projeto elétrico precisa especificar, a altura que o ponto de tomada está instalado, qual o circuito que ela pertence e qual a sua potência, caso não seja uma tomada de uso especial a sua potência deve ser indicada.



# LEGISLAÇÃO

São duas normas que devem ser observadas ao trabalhar com comandos elétricos, a NR 10 (segurança em instalações e serviços em eletricidade) e a NR 12 (segurança no trabalho em máquinas e equipamentos).

A NR 10 estabelece os requisitos e condições mínimas que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

Enquanto a NR 12 e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e, estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos.